



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 38 645 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 R 15/24**  
G 01 R 29/12  
G 02 F 1/03

⑳ Aktenzeichen: 196 38 645.4  
㉑ Anmeldetag: 20. 9. 96  
㉒ Offenlegungstag: 26. 3. 98

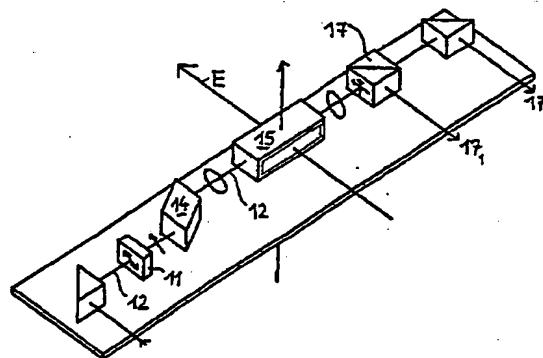
DE 196 38 645 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Krämmer, Peter, Dr., 91052 Erlangen, DE;  
Schönmüller, Bernd, 95444 Bayreuth, DE

⑤④ Nach dem Prinzip des Pockels-Effekt arbeitende optische Meßvorrichtung für elektrische Feldstärke-/Spannungsmessung mit minimaler Temperaturabhängigkeit

⑤⑤ Nach dem Prinzip des Pockels-Effekts arbeitende optische Meßvorrichtung für elektrische Feldstärke-/Spannungsmessung mit minimaler Temperaturabhängigkeit.  
In einer optischen Meßvorrichtung für elektrische Felder/Spannungen mit elektrisch optischer Doppelbrechung (Pockels-Effekt) ist als Zirkularpolarisator  $\lambda/2$ -Phasenschieber ein Fresnelscher Rhombus (14) verwendet.



DE 196 38 645 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.98 802.013/255

5/24

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine mit elektrischer Doppelbrechung arbeitende optische Vorrichtung zur Messung elektrischer Spannungen bzw. Feldstärken.

Spannungs-Meßvorrichtungen dieser Art sind bekannt aus z. B. DE-C 34 04 608, EP-B 0 083 196 und EP-A 0 458 255. Diese Druckschriften geben den technologischen Hintergrund und Hinweise auf konstruktive Ausführungen eines solchen nach dem Prinzip des Pockels-Effekts mit elektrooptischer Doppelbrechung arbeitenden Spannungsmessers. Solche Spannungsmesser werden vorzugsweise für den Bereich von Mittelspannungen und Hochspannungen verwendet, wobei die Möglichkeit optischer Signalübertragung zum Zwecke der elektrischen Isolation gegenüber dem Masse-/Nullpotential genutzt wird.

Bei Meßvorrichtungen der einschlägigen Art ist ein elektrooptisch aktives Element, ein ausgewählter Kristallkörper, dem zu messenden elektrischen Feld bzw. der elektrischen Spannung ausgesetzt. Elektrische Feldwirkung auf das Material des Kristallkörpers führt zu elektrisch induzierter Doppelbrechung, die abhängig ist vom Maß der im betreffenden Kristallmaterial wirksamen elektrischen Feldstärke.

Ein solches Pockels-Element ist in den üblichen einschlägigen optischen Meßvorrichtungen in eine Reihenschaltung mit einem Zirkularpolarisator und einem polarisierenden Strahlungsteiler als Analysator eingefügt. Man läßt in einer solchen Vorrichtung einen Meß-Lichtstrahl mit linearer Polarisation, bzw. der linear polarisiert worden ist zur zirkularen Polarisation durch einen 90°-Phasenschieber, durch das Pockels-Element und den Analysator hindurchtreten. Infolge des elektrooptischen Doppelbrechungseffekts erfolgt bei Einwirkung eines elektrischen Feldes im Pockels-Element eine feldstärkeabhängige Doppelbrechung des hindurchtretenden Meß-Lichtstrahls, wodurch im allgemeinen elliptisch polarisiertes Licht aus dem Pockels-Element austritt. Im Analysator erfolgt eine von den Komponenten der Polarisation abhängige Aufteilung in zwei Teillichtstrahlen, deren voneinander im allgemeinen verschieden hohe Lichtintensität ein Maß für die im Pockels-Element herrschende elektrische Feldstärke bzw. die an diesem Element anliegende elektrische Spannung ist. Optoelektronische Umsetzung mit entsprechenden Detektoren und elektronische Weiterverarbeitung der Intensitätssignale in jeweiliger Art und Weise sind bekannt.

Für die bei einer solchen bekannten Vorrichtung notwendige Erzeugung der Zirkularpolarisation des in das Pockels-Element eintretenden Lichtstrahls werden prinzipiell  $\lambda/4$ -Plättchen verwendet, die für die in das Plättchen eintretende Lichtstrahlung  $\pi/2$ -Phasenverschiebung haben. Das in das  $\lambda/4$ -Plättchen eingetretene linear polarisierte Licht verläßt dieses Plättchen zirkularpolarisiert. Ein solches  $\lambda/4$ -Plättchen ist frequenzselektiv wirksam und seine temperaturabhängige Änderung der optischen Eigenschaften führt zu erheblicher Temperaturabhängigkeit einer solchen Meßvorrichtung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Maßnahme anzugeben, mit der eine wesentlich höhere Temperaturunabhängigkeit für eine wie oben beschriebene Meßeinrichtung zu erzielen ist.

Es sind zahlreiche Vorschläge bekannt geworden, wie durch Maßnahmen spezieller elektronischer Auswertung der Intensitätssignale der erwähnten zwei Teil-

lichtstrahlen des Analysators diese Aufgabe wenigstens teilweise befriedigend gelöst werden könnte.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das übliche  $\lambda/4$ -Plättchen als 90°-Phasenschieber durch einen anderen Phasenschieber ersetzt wird. Anspruchsgemäß ist dieser gemäß der Erfindung eingesetzte Phasenschieber ein (jahrhundertalter) bekannter Fresnel'scher Rhombus. Die Phasenverschiebung durch einen Fresnel'schen Rhombus ist über einen großen Bereich nahezu unabhängig von der Wellenlänge (siehe z. B. Eugene Hecht, Optik).

Erfindungsgemäß ist festgestellt worden, daß der ansich technisch aufwendigere Fresnel'sche Rhombus mit so großem Vorteil, daß der technische Mehraufwand gerechtfertigt ist, zu verwenden ist, nämlich um die Temperaturabhängigkeit einer wie eingangs angegebenen elektrooptischen Spannungsmessvorrichtung um Größenordnungen geringer zu machen, als dies bei bekannten Anordnungen der Fall ist.

Es war überraschend festzustellen, daß mit dem Fresnel'schen Rhombus eine solche Temperaturunabhängigkeit einer entsprechend erfindungsgemäßen Meßvorrichtung zu erreichen ist, daß die verbleibende Temperaturabhängigkeit bereits in der Größenordnung liegt, die durch die sonstigen optischen Elemente, insbesondere das Pockels-Element, als untere Grenze gegeben ist.

Fig. 1 zeigt einen Aufbau einer Vorrichtung mit Fresnel'schem Rhombus.

Fig. 2 zeigt den Rhombus.

Fig. 3 zeigt das Ergebnis der Erfindung.

Die Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Meßvorrichtung 1 mit dem Fresnel'schen Rhombus 14, dem Pockels-Element 15, dem Analysator 17 und einem Linear-Polarisator 11. Letzterer ist dann vorgesehen, wenn die Meß-Lichtstrahlung 12 nicht bereits als linear polarisierte Strahlung in den Fresnel'schen Rhombus 14 eintritt. Mit 17<sub>1</sub> und 17<sub>2</sub> sind die aus dem Analysator 17 austretenden Teilstrahlen bezeichnet.

Wie bereits oben erwähnt, ersetzt der Fresnel'sche Rhombus 14 in der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung das ansonsten übliche  $\lambda/4$ -Plättchen.

Die Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des ansonsten an sich bekannten Fresnel'schen Rhombus 14 mit seinem prinzipiellen Strahlengang mit doppelter interner Totalreflektion an den Stellen 111 und 211 an der jeweiligen Innenfläche des Rhombus. Ein solcher Fresnel'scher Rhombus ist ein aus Glas hergestellter Körper mit entsprechend ausgerichteten Eintritts- und Austrittsflächen für die Meß-Lichtstrahlung 12. Der im Gegensatz zu einem  $\lambda/4$ -Zirkulator beim Fresnel'schen Rhombus auftretende parallel-achsiale Versatz des Strahlenweges ist beim konstruktiven Aufbau der Meßvorrichtung zu berücksichtigen (Fig. 1).

Die Fig. 3 zeigt den Fortschritt der Erfindung anhand eines Diagramms. Auf der Abzisse ist die gemessene elektrische Feldstärke (positive und negative Richtung) aufgetragen. Auf der Ordinate ist der Temperaturfehler in Prozenten angegeben, und zwar für eine Temperaturänderung von 60°. Die Kurve 21 gilt für eine Anordnung mit einem  $\lambda/4$ -Plättchen nullter Ordnung aus Quarz. Die Temperaturabhängigkeit der Phasendrehung beträgt in diesem Fall etwa 0,036 Grad/K. Den erfindungsgemäßen Fortschritt zeigen die Kurven 22a und 22b. Die Kurve 22b zeigt die Temperaturabhängigkeit des Pockels-Kristalls alleingegenommen. Die Kurve 22a zeigt die Temperaturabhängigkeit des Kristalls und des Rhom-

bus zusammengekommen, d. h. die der erfindungsgemä-  
ßen Vorrichtung mit 0,0003 Grad/K. Diese Temperatur-  
abhängigkeit ergibt sich für nahezu alle gängigen Glas-  
sorten (siehe auch Schott-Katalog). Die Temperaturab-  
hängigkeit in Kurve 22a ist also überwiegend durch die  
Temperaturabhängigkeit der optischen Aktivität und  
durch die des Pockels-Effekts des Kristalls gegeben und  
kann durch eine Verbesserung der Temperaturabhän-  
gigkeit des Phasenschiebers praktisch nicht mehr unter-  
schritten werden. Die erfindungsgemäß erreichte Tem-  
peraturkonstanz ist im übrigen für die Praxis generell  
völlig ausreichend.

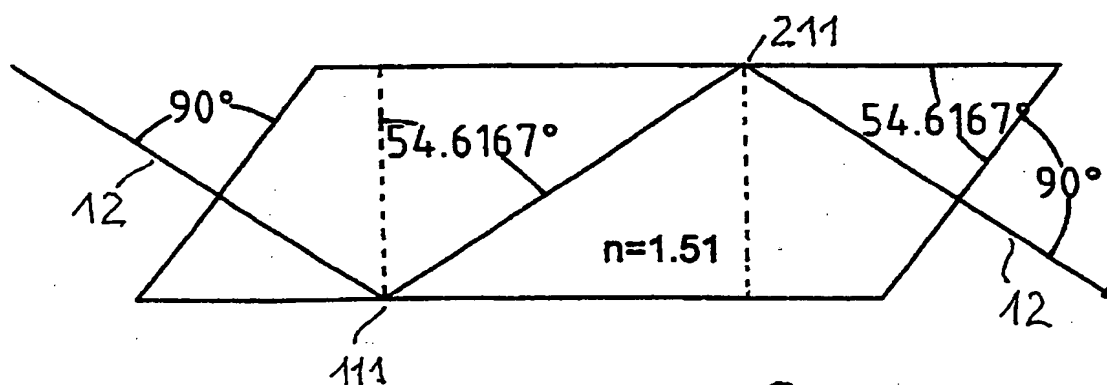
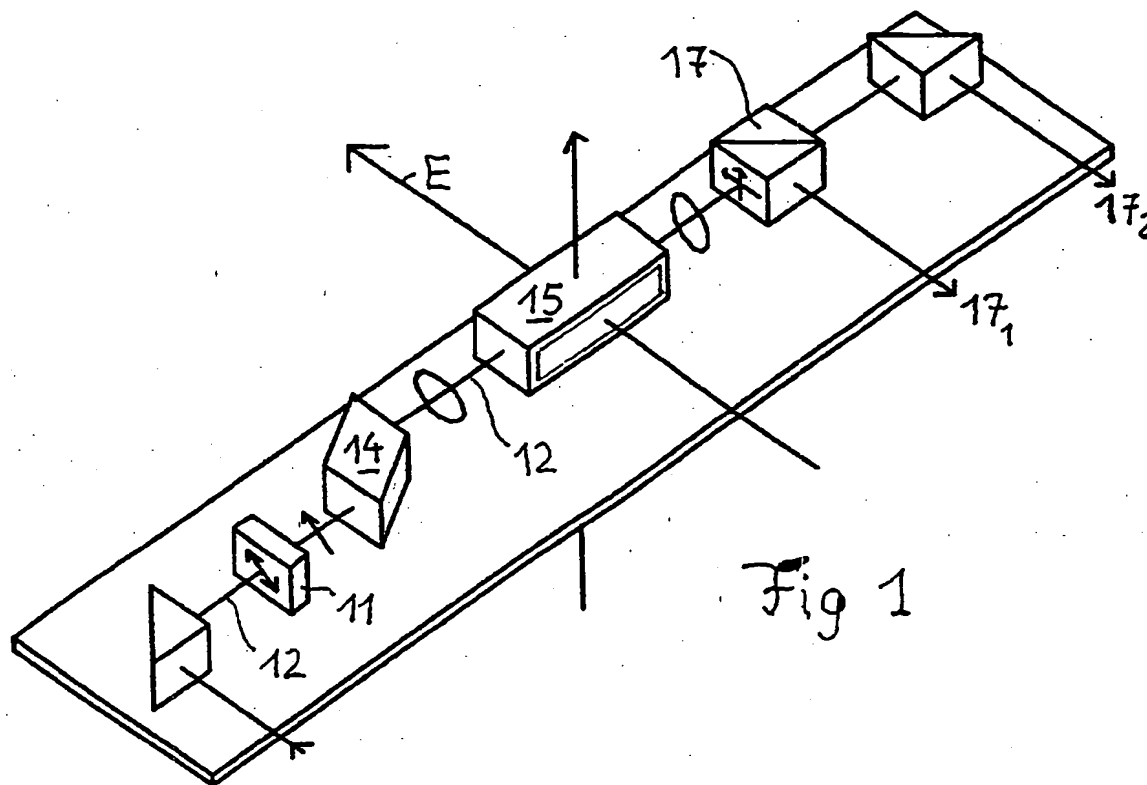
#### Patentanspruch

Optische Meßvorrichtung für elektrische Felder/  
Spannungen mit Nutzung des elektrooptischen  
Pockels-Effekts, wobei diese Meßvorrichtung im  
Strahlengang (12) der optischen Meßstrahlung zu-  
sätzlich zu einem elektrooptisch doppelbrechenden  
Kristall (15) und einem optischen Analysator (17)  
eine Einrichtung (14) zur Erzeugung zirkularer Po-  
larisation der Strahlung (12) umfaßt, gekennzeich-  
net dadurch daß diese Einrichtung (14) ein im  
Strahlengang (12) der Meßvorrichtung angeordne-  
ter, vorliegende lineare Polarisation der Meßstrah-  
lung (12) in zirkulare Polarisation umwandelnder  
Fresnel'scher Rhombus (14) ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



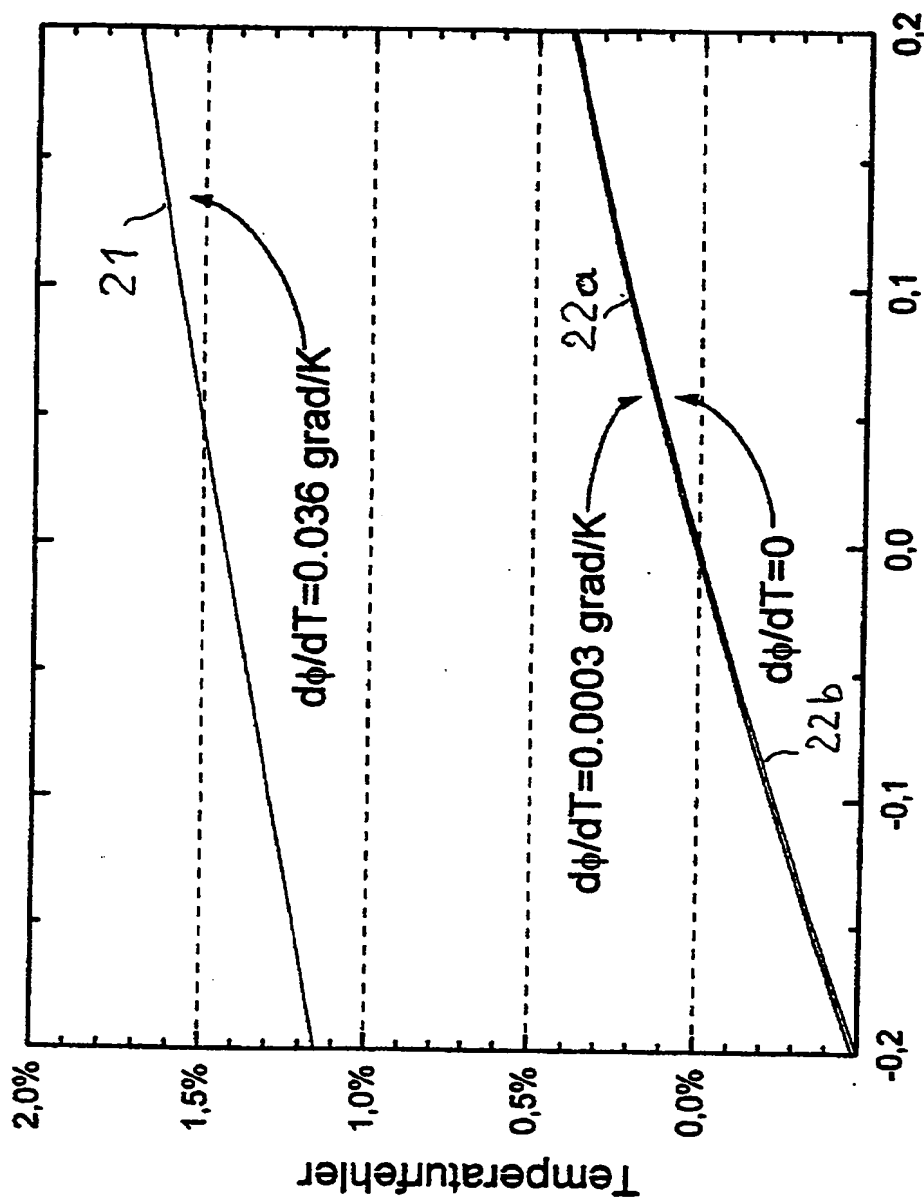


Fig 3  
elektrische Feldstärke